สาทิพย์ กองจันทรา

แลนสวิตช์ (LAN Switched)

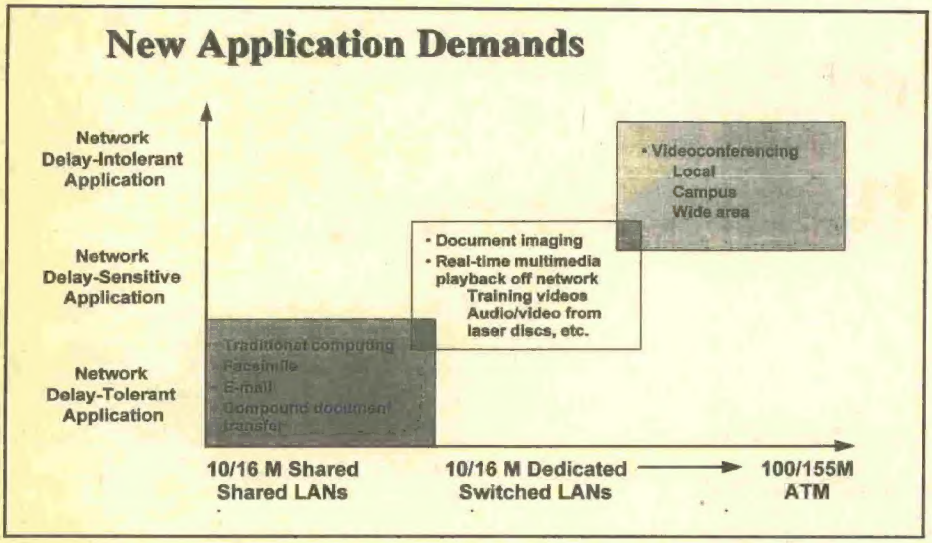
แนวโน้มการพัฒนาและนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มารองรับการใช้งานในอนาคต ที่นิยมนำมาใช้งานกันมากที่สุดก็คือแลนสวิตชิ่ง

ขณะนี้นับว่าเป็นช่วงแห่งการเปลี่ยนแปลงของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (LAN : Local Area Network) ได้มีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่จากเทคโนโลยีเดิมมีเดียแชริ่ง (Media Sharing) เข้าสู่เทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า แลนสวิตช์ (LAN Switched) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ให้กับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในด้านต้นทุนการผลิตที่ถูกลง ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลที่สูงขึ้น เทคนิคในการติดตั้งมีความยุ่งยากน้อยลง และการตรวจสอบควบคุมทำได้ง่ายมากขึ้นกว่าเดิม เป็นต้น

อีกแง่มุมหนึ่งของแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีแลนสวิตช์คือ ได้มีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใหม่ ๆ ขึ้นมา โดยเฉพาะกลุ่มโปรแกรมด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่กำลังเป็นที่นิยมกันมากในขณะนี้ ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ความเร็วในการประมวลผลที่สูง และในด้านองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นซีพียูตัวประมวลผลกลาง (CPU) หรือโปรแกรมปฏิบัติการ (Operatation System) ต่าง ๆ ต่างก็ได้มีการพัฒนาให้สามารถรองรับการทำงานที่ความเร็วสูง ๆ ได้ ดังนั้นเพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพบนระบบเครือข่ายก็จำเป็นต้องมีการพัฒนาและนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มารองรับการใช้งาน ซึ่งแนวโน้มในอนาคตที่จะนิยมนำมาใช้งานกันมากที่สุดก็คือแลนสวิตชิ่งนั่นเอง

สวิตชิ่ง (Switched) คืออะไร

อันที่จริงเทคโนโลยีสวิตชิ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กันมานานแล้ว เพียงแต่ว่าจะมีใช้เฉพาะในระบบเครือข่ายระยะไกล (WAN : Wide Area Network) เท่านั้น อาทิเช่น ระบบเครือข่าย X.25, LAPB (Link Access Procedure Balanced), ระบบเครือข่าย Frame



รูปที่ 1 กราฟแสดงความเร็วของโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่จะใช้

Relay และเครือข่ายระบบ SMDS (Switched Multimegabit Data Service) เป็นต้น ซึ่งระบบเหล่านี้บางครั้งจะเรียกว่า ระบบเครือข่าย Packet Switched และระบบเครือข่าย Frame Switched นั่นเอง สำหรับในระบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือแลนนั้นได้มีการนำเทคโนโลยีสวิตช์ชิ่งเข้ามาใช้งานกันตั้งแต่ 4 ปีให้หลังมาแล้ว เพียงแต่ว่าในช่วงปีสองปีนี้เท่านั้นที่มีความตื่นตัวและนิยมใช้งานกันมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นเพราะว่าในช่วงแรกนั้นระบบเทคโนโลยีสวิตช์ชิ่งที่นำมาใช้กันนั้นยังมีฟังก์ชันการทำงานที่ยังไม่เหมาะสมกับระบบเครือข่ายท้องถิ่นเท่าไรนัก แต่ต่อมาในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับระบบเครือข่ายท้องถิ่นมากขึ้น พร้อมกับความต้องการการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์ใหม่ ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น จึงทำให้ในระยะเพียงปีสองปีเท่านั้นอัตราการเพิ่มของการใช้งานเทคโนโลยีสวิตช์ชิ่งในระบบเครือข่ายท้องถิ่นจึงมีค่าสูงอย่างรวดเร็วมาก

ความหมายของสวิตช์ชิ่งในระบบเครือข่ายท้องถิ่นนั้นดูจะมีความหมายคล้ายกับเทคโนโลยีบริดจ์ (Bridge) มาก เพราะว่าฟังก์ชันพื้นฐานการทำงานของอุปกรณ์จัดอยู่ในระดับดาต้าลิงค์เลเยอร์ (Data Link Layer) ของมาตรฐาน OSI 7-Layer เช่นเดียวกันกับบริดจ์นั่นเอง ซึ่งฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์ที่อยู่ในระดับดาต้าลิงค์เลเยอร์นี้จะสามารถวิเคราะห์การสื่อสารของระบบเครือข่ายได้ในระดับที่ว่าสามารถตรวจสอบและควบคุมได้ว่าเฟรมข้อมูลที่สื่อสารกันในระบบเครือข่ายนั้นมีทิศทางควรจะส่งผ่าน (โดยอุปกรณ์) ไปยังที่เซกเมนต์ใดในระบบเครือข่าย ซึ่งอุปกรณ์จะพิจารณาที่เขตแมคแอดเดรส (MAC Address) ของเฟรมข้อมูลนั้น ๆ เพราะเขตแมคแอดเดรสจะเป็นเขตที่ใช้บ่งบอกว่าเฟรมข้อมูลนี้ถูกส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ใดและจะส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ใดนั่นเอง เทคโนโลยีสวิตช์ชิ่งที่ใช้กับระบบเครือข่ายท้องถิ่นนั้นนอกจากจะทำงานได้ในระดับเดียวกันกับบริดจ์แล้ว ด้วยคุณสมบัติของสวิตช์ชิ่งเองยังทำให้อุปกรณ์สามารถที่จะรองรับการต่อเชื่อมเซกเมนต์ (จำนวนพอร์ต) ของระบบเครือข่ายได้เป็นจำนวนมาก (มากกว่า 100 เซกเมนต์) โดยที่ประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูลของอุปกรณ์ยังคงมีความเร็วสูง ในขณะที่บริดจ์โดยทั่วไปจะสามารถรองรับจำนวนเซกเมนต์ของระบบเครือข่ายได้ไม่กี่เซกเมนต์ (2-3 เซกเมนต์) และมีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลไม่สูงมากนัก

ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ใช้ในการทำงานของแลนสวิตช์นั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 เทคโนโลยี คือ เทคโนโลยี Cut-Through และ เทคโนโลยี Store-and-Forward ซึ่งมีข้อแตกต่างและรายละเอียดการทำงานดังนี้

เทคโนโลยี Cut-Through

เป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาในช่วงแรกของแลนสวิตช์โดยอาศัยการส่งผ่านหรือสวิตช์เฟรมข้อมูลต่าง ๆ ด้วยโครงสร้างทางด้านวงจรของฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะทำให้สามารถส่งผ่านเฟรมข้อมูลได้ความเร็วที่สูงและสามารถรองรับการต่อเชื่อมระบบได้หลายเซกเมนต์ หลักในการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์จะมีเช่นเดียวกันกับบริดจ์ แต่ว่าในขบวนการส่งผ่านเฟรมข้อมูลนั้นอุปกรณ์จะทำการพิจารณาเฉพาะค่าแมคแอดเดรสของเฟรมข้อมูลเท่านั้น แล้วก็จะส่งผ่านเฟรมข้อมูลนั้นออกไปยังพอร์ต (เซกเมนต์) ปลายทาง ซึ่งอุปกรณ์จะมีตารางแมคแอดเดรส (MAC Address Table) เป็นตัวกำหนดทิศทางของเฟรมข้อมูลที่ส่งผ่านนั้น ๆ แลนสวิตช์ที่ใช้เทคโนโลยีนี้จะพิจารณาเฉพาะค่าแมคแอดเดรสของเฟรมข้อมูลเท่านั้น จะไม่ทำในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของเฟรม (Frame Error Checking) แต่อย่างใด จึงทำให้ความเร็วในการส่งผ่านเฟรมข้อมูลของอุปกรณ์มีความเร็วที่สูงมาก เพราะไม่ต้องใช้เวลาในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลนั้น อย่างไรก็ตาม ถ้าโดยรวมของระบบเครือข่ายนั้นเกิดมีการส่งเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดออกมาในระบบเป็นจำนวนมาก แลนสวิตช์เองก็จะเพิ่มจำนวนเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดนี้ในระบบขึ้นอีก และอาจทำให้ประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายต่ำลง ก็เพราะแลนสวิตช์ที่ใช้เทคโนโลยีนี้ไม่ได้ทำงานในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลนั่นเอง

เทคโนโลยี Cut-Through เป็นเทคโนโลยีที่มีต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์ต่ำ จึงทำให้ราคาของอุปกรณ์แลนสวิตช์มีค่าไม่สูงมากเมื่อเทียบกับแลนสวิตช์ที่ใช้เทคโนโลยี Store-and-Forward โดยเฉพาะในระบบเครือข่ายขนาดเล็กที่มีความซับซ้อนไม่มากนัก

หรือในส่วนของเครือข่ายกลุ่มงาน (Work Group) ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายขนาดใหญ่อีกที่หนึ่งนั้นสามารถใช้แลนสวิตช์ชนิดนี้ได้ดี เพราะนอกจากจะสามารถเพิ่มความเร็วการสื่อสารข้อมูลในระบบเครือข่ายได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังมีต้นทุนในเครื่องอุปกรณ์แลนสวิตช์ที่มีมูลค่าไม่สูงมาก เหมาะสมกับงบของบริษัทหรือแผนกนั้น ๆ แต่ทว่าแลนสวิตช์ชนิดนี้จะเพิ่มฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ในอนาคตค่อนข้างจะทำยากกว่าเทคโนโลยี Store-and-Forward อยู่บ้างพอสมควร

เทคโนโลยี Store-and-Forward

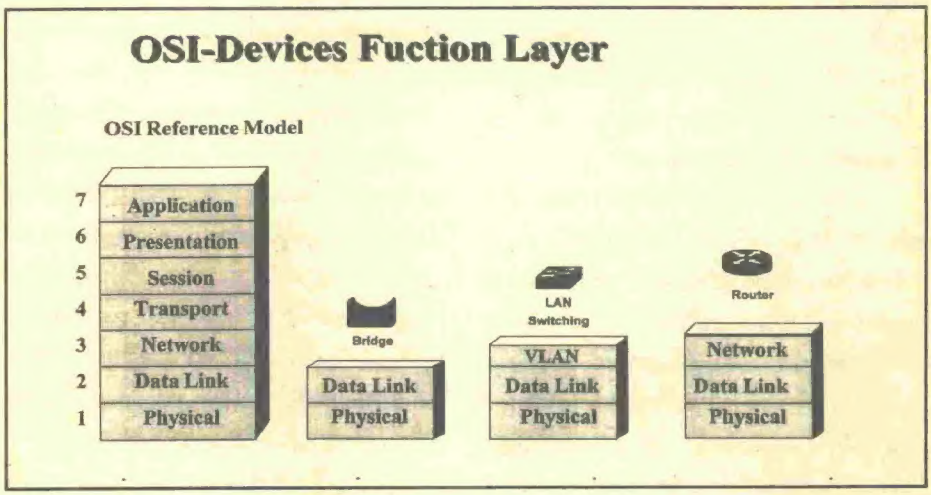
โดยพื้นฐานแล้วเฟรมข้อมูลที่สื่อสารกันในระบบเครือข่ายจะมีส่วนประกอบหลัก ๆ อยู่ด้วยกัน 3 ส่วนคือ

- ส่วนหัวของเฟรม (Header) เป็นส่วนแสดงแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางและเครื่องปลายทางที่สื่อสารเฟรมข้อมูลนั้น
- ส่วนของข้อมูลที่สื่อสาร (Data)
- ส่วนสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูล

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าเทคโนโลยี Cut-Through นั้นจะพิจารณาตรวจสอบเฉพาะส่วนค่าแมคแอดเดรสเท่านั้น จะไม่ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลแต่อย่างใด สำหรับเทคโนโลยี Store-and-Forward นั้นจะมีการกักเก็บเฟรมข้อมูลที่ส่งผ่านมาไว้ในหน่วยความจำ (RAM) เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลก่อน ซึ่งอาจทำให้ความเร็วในการส่งผ่านเฟรมข้อมูลช้าลงกว่าเทคโนโลยี Cut-Through ได้ แต่ก็จะลดอัตราการสื่อสารเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดในระบบเครือข่ายลงได้ในกรณีที่มีเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดมาก ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น นอกจากนี้การที่แลนสวิตช์กักเก็บเฟรมข้อมูลที่ส่งผ่านไว้ที่หน่วยความจำก่อนนั้นทำให้สามารถที่จะเพิ่มฟังก์ชันการทำงานพิเศษต่าง ๆ ให้กับแลนสวิตช์ได้เป็นอย่างดี เช่น การกำหนดห้ามหรือคัดเลือกเฟรมข้อมูลที่จะส่งผ่านกันได้ (Filtering) ซึ่งสามารถทำได้ตั้งแต่ในระดับของเฟรมข้อมูลที่ส่งมาและส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ใด ๆ (ใช้ค่าแมคแอดเดรสกำหนด) ในระดับเฟรมข้อมูลที่เจาะจงชนิดของโปรโตคอลในเฟรมนั้น ๆ เช่น เฟรมข้อมูลของระบบ Netware (IPX) เท่านั้นส่งผ่านได้ ซึ่งชนิดของโปรโตคอลในเฟรมข้อมูลมีมากมายหลายชนิด อาทิเช่น โปรโตคอล IP ในระบบ UNIX, โปรโตคอล IPX ในระบบ Netware และโปรโตคอล Decnet หรือ LAT ในระบบเครื่อง VAX เป็นต้น และในระดับโปรแกรมพิเศษต่าง ๆ ที่ผู้ใช้จะกำหนดขึ้นเอง นอกจากนั้นยังสามารถทำอัลกอริธึม Spanning Tree ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่สำคัญของบริดจ์และการเพิ่มเปลี่ยนซอฟต์แวร์ใหม่ (Software Upgrade) ในอนาคตได้ง่าย เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันบริษัทผู้ที่ผลิตอุปกรณ์แลนสวิตช์ต่าง ๆ จะนิยมใช้เทคโนโลยี Store-and-Forward กันเป็นส่วนใหญ่ เพราะสามารถที่จะเพิ่มฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ ให้กับอุปกรณ์ ซึ่งเป็นจุดของการแข่งขันในตลาดนั่นเอง

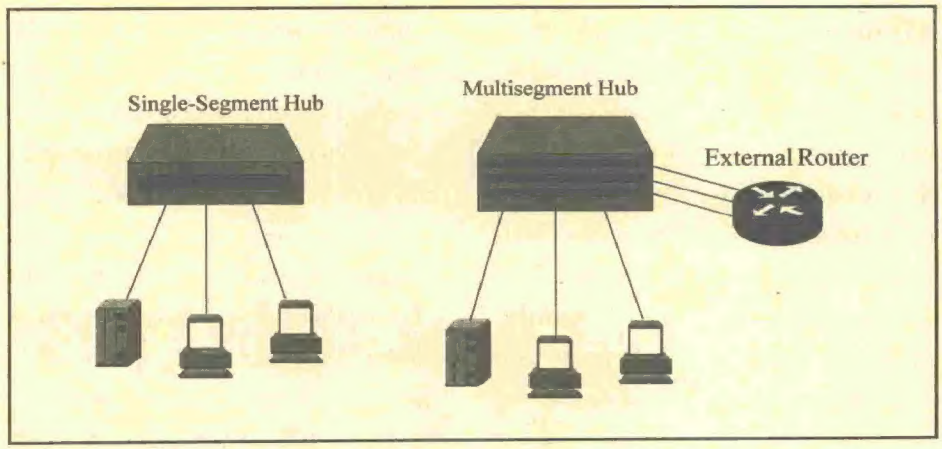
ข้อแตกต่างของแลนสวิตช์นอกจากจะพิจารณาที่เทคโนโลยีด้านสวิตช์ซึ่งที่ใช้กันซึ่งมี 2 ชนิดนั้น คุณสมบัติด้านฮาร์ดแวร์อีกข้อหนึ่งที่ควรจะนำมาพิจารณาทุกครั้งที่จะเลือกใช้แลนสวิตช์คือ ความสามารถที่จะจดจำค่าแมคแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย เพราะการที่แลนสวิตช์สามารถเรียนรู้ได้ว่าจะส่งผ่านเฟรมข้อมูลใด ๆ ที่ผ่านมานั้นไปยังที่เซกเมนต์ (พอร์ต) ไหนของระบบเครือข่ายได้อย่างถูกต้องนั้น แลนสวิตช์ต้องพิจารณาที่ตารางแมคแอดเดรส (MAC Address Table) เสมอ ดังนั้นถ้าแลนสวิตช์ใดจดจำค่าแมคแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้องและมากที่สุดก็จะสามารถรองรับการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ดีกว่า ซึ่งคุณสมบัตินี้นิยมอ้างอิงกันอยู่ 2 ค่าคือ จำนวนค่าแมคแอดเดรสทั้งหมดที่สามารถจดจำได้ต่อเครื่องหนึ่ง ๆ และจำนวนค่าแมคแอดเดรสที่จดจำได้ต่อพอร์ตหรือเซกเมนต์หนึ่ง ๆ และสำหรับเทคโนโลยีในด้านซอฟต์แวร์นั้นก็มีอยู่ด้วยกันหลายข้อที่ควรนำมาพิจารณา โดยเฉพาะในส่วนฟังก์ชันการทำงานในลักษณะของบริดจ์ (Local Bridge) อาทิเช่น

ฟังก์ชัน Translation Bridging ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับในการแปลงเฟรมข้อมูลไปมาระหว่างเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายต่าง ๆ (ระบบ Ethernet, Token Ring, FDDI และระบบ ATM เป็นต้น) เช่น การแปลงเฟรมข้อมูลระหว่างเฟรมข้อมูลของระบบอีเธอร์เน็ต (Ethernet) และเฟรมข้อมูลของระบบเอฟดีดีไอ (FDDI) ในกรณีที่ใช้แลนสวิตช์เชื่อมต่อทั้งระบบอีเธอร์เน็ตและระบบเอฟดีดีไอ เป็นต้น



รูปที่ 2 บริดจ์ แลนสวิตช์ และเราเตอร์

ฟังก์ชันของอัลกอริธึม Spanning Tree ที่ใช้กับบริดจ์นั้นใช้เพื่อป้องกันการวนลูปของการสื่อสารข้อมูลในระบบเครือข่าย ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 มาตรฐานคือ มาตรฐาน IEEE Spanning Tree และมาตรฐาน DEC Spanning Tree นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีฟังก์ชันทางด้านซอฟต์แวร์ที่สำคัญอย่างมากในระบบเครือข่ายท้องถิ่นที่มีขนาดใหญ่คือ ฟังก์ชันเครือข่ายเสมือน (Virtual LAN) ซึ่งจะกล่าวอย่างละเอียดในช่วงท้าย



รูปที่ 3 แลนฮับธรรมดาและแลนฮับหลายเซกเมนต์

แลนสวิตช์กับฮับ (LAN Switched & LAN Hub)

บ่อยครั้งที่พูดถึงแลนสวิตช์มักจะพูดถึงอีเธอร์เน็ตสวิตช์เสมอ ทั้งนี้ก็เพราะว่าแลนสวิตช์ในช่วงแรกเริ่มนั้นได้ถูกพัฒนาเพื่อรองรับงานด้านระบบอีเธอร์เน็ต (Ethernet) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งช่วงนั้นจะนิยมเรียกว่าอีเธอร์เน็ตสวิตช์ (Ethernet Switched) ในปัจจุบันอีเธอร์เน็ตสวิตช์ได้มีการพัฒนาให้สามารถรองรับการทำงานได้มาก คือสามารถที่จะรองรับการต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายต่าง ๆ ได้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นระบบอีเธอร์เน็ต ระบบโทเก้นริง (Token Ring Switched) ระบบเอฟดีดีไอ (FDDI Switched) หรือแม้แต่ระบบเอทีเอ็ม (ATM Switched) ดังนั้นปัจจุบันจึงนิยมเรียกว่าแลนสวิตช์ และบางครั้งก็อาจเรียกว่าสวิตชิ่งฮับ (Switched HUB) เพราะมีลักษณะคล้ายฮับ (HUB) นั่นเอง

ถ้าจะกล่าวถึงวิวัฒนาการของฮับธรรมดาไปสู่สวิตชิ่งฮับหรือแลนสวิตช์นั้น สามารถจะแยกแยะและวิเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ของฮับตามวิวัฒนาการได้ด้วยกัน 4 ชนิดคือ แลนฮับธรรมดา แลนฮับหลายเซกเมนต์ต่อการ์ด แลนฮับหลายเซกเมนต์ต่อพอร์ต และสวิตชิ่งฮับ โดยที่ในทุกวันนี้ทั้ง 4 ชนิดนั้นก็ยังคงมีการติดตั้งและใช้งานอยู่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แลนฮับธรรมดาเซกเมนต์เดียว (Single-Segment LAN Hubs)

เป็นฮับแรกเริ่มที่คุ้นเคยกันดี ออกแบบเพื่อรองรับการต่อเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยถือว่าอยู่ในระบบเครือข่ายแลนเซกเมนต์เดียวกันดังรูปที่ 3

แลนฮับหลายเซกเมนต์ต่อการ์ด (Multisegment Hub)

เป็นฮับขนาดใหญ่ที่มีโครงสร้างเป็นโมดูล (Modular) โดยมีช่องการ์ด (Slot) สำหรับติดตั้งอินเตอร์เฟสต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายจำนวนหนึ่ง โดยจะสามารถกำหนดได้ว่าการ์ดอินเตอร์เฟสใด (จำนวนพอร์ตอินเตอร์เฟสทั้งหมดบนการ์ดนั้น) หรือกลุ่มของการ์ดใดต่อเชื่อมกับเซกเมนต์ไหนของระบบเครือข่าย ซึ่งโดยทั่วไปจะสามารถกำหนดจำนวนเซกเมนต์ที่จะต่อเชื่อมได้ประมาณ 3-4 เซกเมนต์ต่อเครื่อง และจะต่อเชื่อมเซกเมนต์นั้นเข้าด้วยกันด้วยบริดจ์หรือเราเตอร์ภายนอกที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติม ดังรูปที่ 3 แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันฮับชนิดนี้มักจะมีการ์ดของฟังก์ชันบริดจ์หรือเราเตอร์ที่สามารถติดตั้งในตัวเครื่องเองได้เลยโดยไม่ต้องใช้บริดจ์หรือเราเตอร์ภายนอกต่อเชื่อมเซกเมนต์ให้

แลนฮับหลายเซกเมนต์ต่อพอร์ต (Port Reconfiguration LAN Hubs)

เป็นฮับที่วิวัฒนาการจากฮับหลายเซกเมนต์ต่อการ์ดขึ้นมา คือจะมีความสามารถกำหนดพอร์ตอินเตอร์เฟสที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งที่อยู่บนแลนเซกเมนต์ใด ๆ ของฮับได้โดยตรง ซึ่งจะทำให้มีความละเอียดในการกำหนดขนาดของระบบเครือข่ายต่อเซกเมนต์ได้มากกว่า โดยทั่วไปจะสามารถกำหนดได้อยู่ในช่วง 8-24 เซกเมนต์ และมักจะมีการ์ดฟังก์ชันของบริดจ์อยู่ในเครื่องแล้ว

สวิตชิ่งฮับ (Switching Hubs)

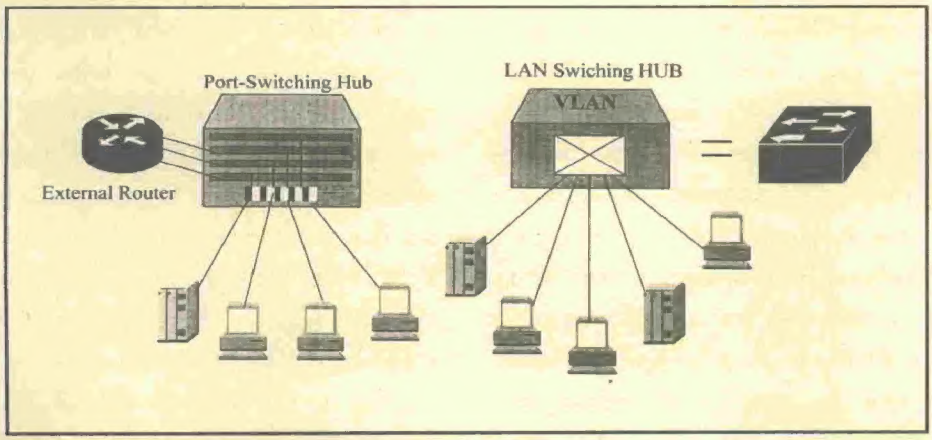
ถึงแม้ว่าแลนฮับหลายเซกเมนต์ต่อพอร์ตจะสามารถกำหนดพอร์ตใด ๆ อยู่บนเซกเมนต์ใดของฮับได้ แต่โครงสร้างของฮับชนิดนี้ส่วนใหญ่จะสามารถมีจำนวนเซกเมนต์ของแลนได้ไม่มากนัก และไม่สามารถต่อเชื่อมระบบเครือข่ายที่ต่างกันได้ดี เพราะฮับนี้ไม่ได้ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างในลักษณะสวิตชิ่งแต่อย่างใด ถ้ามีการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายที่จำนวนเซกเมนต์หลายเซกเมนต์และมีระบบเครือข่ายหลายระบบ (Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM) แลนฮับหลายเซกเมนต์จะไม่สามารถรองรับการต่อเชื่อมนั้นได้ดี โดยเฉพาะ

ในส่วนของความเร็วในการส่งผ่านเฟรมข้อมูล ดังนั้นในระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ที่หลายเซกเมนต์และมีโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการใช้ความเร็วสูงในการส่งผ่านข้อมูล จึงจำเป็นต้องใช้สวิตชิ่งฮับในการต่อเชื่อม ก็คือสวิตชิ่งฮับจะมีจำนวนพอร์ตอินเตอร์เฟสได้มากเท่า ๆ กับฮับทั่ว ๆ ไป และสามารถแบ่งเซกเมนต์ของเครือข่ายในลักษณะต่อพอร์ตที่เชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เลย เช่น ถ้าสวิตชิ่งฮับมีจำนวนพอร์ตทั้งหมด 80 พอร์ตก็จะสามารถมีจำนวนเซกเมนต์ได้ทั้งหมดถึง 80 เซกเมนต์ โดยเชื่อมต่อถึงกันได้ด้วยฟังก์ชันบริดจ์ที่อยู่ภายในเครื่องเอง

เครือข่ายเสมือน (Virtual LAN)

การที่แลนสวิตช์เป็นที่นิยมและมีแนวโน้มจะมาแทนที่เทคโนโลยีบริดจ์นั้น ไม่ใช่เพราะว่าแลนสวิตช์มีความสามารถส่งผ่านเฟรมข้อมูลในลักษณะหลายเซกเมนต์ได้ที่ความเร็วสูงแต่อย่างเดียว แต่เพราะว่ามีอีกคุณสมบัติหนึ่งที่แลนสวิตช์มีและเป็นที่ดึงดูดผู้ใช้ระบบเครือข่ายเป็นอย่างมากคือ การทำงานฟังก์ชันเครือข่ายเสมือน (Virtual LAN) หรือที่นิยมเรียกกันสั้น ๆ ว่า วีแลน (VLAN) ฟังก์ชันวีแลนเป็นฟังก์ชันที่ถูกพัฒนาเพื่อการทำงานของแลนสวิตช์ในระบบเครือข่ายท้องถิ่นโดยเฉพาะ ทั้งนี้เพื่อจะเพิ่มประสิทธิภาพของแลนสวิตช์ให้มากขึ้นอันเนื่องจากแลนสวิตช์มีพื้นฐานการทำงานเช่นเดียวกับบริดจ์ แต่เพราะว่าฟังก์ชันของบริดจ์นั้นมีขีดจำกัดที่ไม่สามารถรองรับการต่อเชื่อมเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีหลาย ๆ เซกเมนต์ได้ดี ซึ่งเดิมนั้นจะต้องใช้เราเตอร์ต่อเชื่อมเสมอในกรณีที่มีเครือข่ายขนาดใหญ่ และเป็นที่ทราบกันดีว่าราคาและการติดตั้งอุปกรณ์เราเตอร์นั้นมีราคาสูงและติดตั้งยากเพียงใด ต่างกับแลนสวิตช์ที่มีจุดเด่นในเรื่องราคาที่ต่ำและการติดตั้งที่ง่ายขึ้น ดังนั้นเพื่อให้แลนสวิตช์สามารถต่อเชื่อมเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีหลาย ๆ เซกเมนต์ได้ดี จึงจำเป็นต้องมีฟังก์ชันการทำงานของฟังก์ชันเราเตอร์ในบางส่วน คือแลนสวิตช์ควรสามารถควบคุมและจัดสรรการส่งผ่านเฟรมข้อมูลได้ดีทั้งในระดับดาต้าลิงค์เลเยอร์ (Data Link Layer) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของบริดจ์อยู่แล้ว และในระดับเน็ตเวอร์กเลเยอร์ (Network Layer) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของเราเตอร์ และฟังก์ชันของแลนสวิตช์ที่ว่ามานี้ก็คือฟังก์ชันวีแลนนั่นเอง

ฟังชันวีแลนนับว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ล่าสุดสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (LAN) เพราะในปัจจุบันมีนักวิทยาศาสตร์และบริษัทผู้ผลิตทั้งหลายต่างก็ได้ลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีนี้เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในส่วนของบริษัทผู้ผลิตแล้วฟังก์ชันวีแลนถือว่าเป็นกลยุทธ์ในการแข่งขันในการจำหน่ายสินค้า ซึ่งบางข้อสมมติฐานของการพัฒนานั้นสามารถที่จะทำให้แลนสวิตช์ทำหน้าที่แทนเราเตอร์ในอนาคตได้ (ซึ่งปัจจุบันแลนสวิตช์สามารถทำงานแทนบริดจ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว) แต่อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีของวีแลนเองในทุกวันนี้ก็ยังอยู่ในช่วงพัฒนาและใช้งานได้จริงในบางส่วนเท่านั้น ซึ่งสามารถจะสรุปการทำงานและประโยชน์ของวีแลนได้ดังนี้

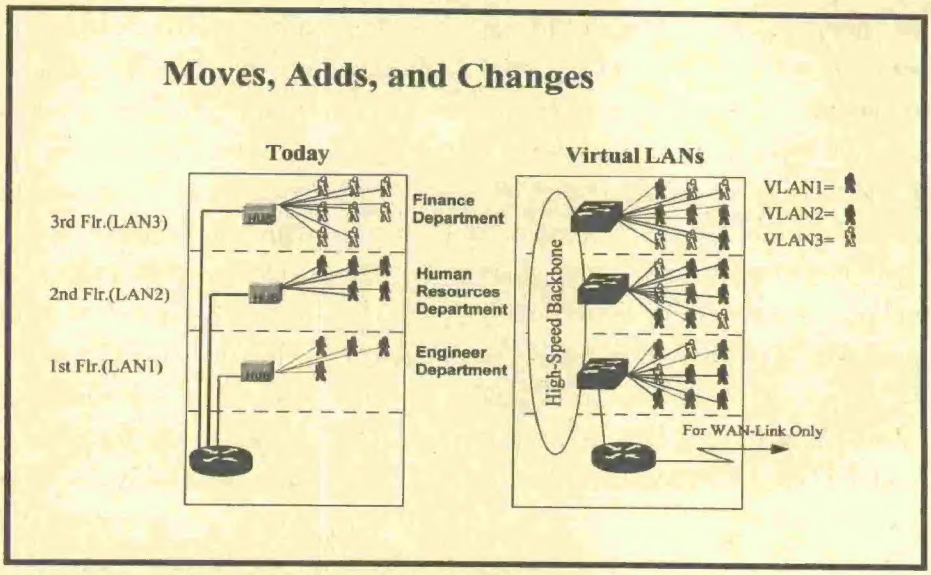


รูปที่ 4 แลนฮับหลายเซกเมนต์ต่อพอร์ตและสวิตชิ่งฮับ

การจัดกลุ่มผู้ใช้งานเครือข่าย (Virtual Grouping)

แต่เดิมนั้นระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีหลาย ๆ เซกเมนต์มักจะถูกออกแบบให้มีเราเตอร์ขนาดใหญ่ (High-End Router) เป็นอุปกรณ์หลักในการต่อเชื่อมและจัดสรรแบ่งกลุ่มเซกเมนต์ต่าง ๆ นั้นผ่านเราเตอร์ โดยจะทำการแบ่งเซกเมนต์ของระบบเครือข่ายเป็นไปตามชั้นต่าง ๆ ของอาคารดังตัวอย่างในรูปที่ 5 คือเซกเมนต์ LAN1 จะรองรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชั้นที่ 1 เซกเมนต์ LAN2 รองรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชั้นที่ 2 และเซกเมนต์ LAN3 จะรองรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชั้นที่ 3 เป็นต้น แต่ทว่าถ้าพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้วจะพบว่าการจัดสรรพื้นที่ทำงานตามแผนกต่าง ๆ นั้นส่วนใหญ่จะไม่เป็นไปตามจำนวนชั้น คือ พื้นที่ชั้นเดียวกันนั้นอาจจะประกอบด้วยหลาย ๆ แผนกหลาย ๆ หน่วยงาน และในบางแผนกอาจมีพื้นที่ทำงานกระจายไปตามชั้นต่าง ๆ ของอาคาร ซึ่งในกรณีเช่นนี้การที่แบ่งจำนวนเซกเมนต์ของระบบเครือข่ายตามชั้นของอาคารนั้นจะไม่สามารถรองรับการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ดีพอ และถ้าแก้ปัญหานี้โดยใช้เราเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการต่อเชื่อมเหมือนเดิมและแบ่งเซกเมนต์ของระบบตามแผนกต่าง ๆ โดยไม่ขึ้นกับชั้นต่าง ๆ ของอาคารนั้นจะทำให้มีความยุ่งยากอย่างมากทั้งในการติดตั้งระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะระบบสายสัญญาณ (Cabling System) และการควบคุมตรวจสอบ

ระบบเครือข่ายในภายหลัง แต่ถ้าใช้ฟังก์ชันวีแลนแล้วจะสามารถกำหนดเซกเมนต์ของระบบเครือข่ายตามจุดที่ตั้งของแผนกต่าง ๆ ได้โดยตรง ดังในรูปที่ 5 ซึ่งทำให้ระบบเครือข่ายมีจำนวนเซกเมนต์ในลักษณะเซกเมนต์หรือเครือข่ายเสมือน (Virtual LAN) ดังตัวอย่างจะมี VLAN1, VLAN2 และ VLAN3 กระจายไปตามชั้นต่าง ๆ ของอาคารโดยไม่มีความยุ่งยากในการติดตั้งระบบแต่อย่างใด และการกำหนดวีแลนให้กับระบบเครือข่ายนั้นสามารถที่จะกำหนดได้ทั้งในแลนสวิตช์เครื่องเดียวกันและในกลุ่มของเครื่องก็ได้ ซึ่งทำให้มีความสะดวกและยืดหยุ่นเป็นอย่างมากต่อผู้ออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5 ฟังก์ชันวีแลนกับการจัดเซกเมนต์ระบบเครือข่าย

การย้าย เพิ่ม เปลี่ยนแปลงของผู้ใช้ (Move, Add, Changes)

บ่อยครั้งที่ผู้บริหารเครือข่ายต้องมานั่งปวดหัวกับการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้หรือกลุ่มผู้ใช้ต่าง ๆ จากที่เคยอยู่ในชั้นหนึ่งแล้วย้ายไปอยู่อีกชั้นหนึ่งโดยยังคงใช้งานคอมพิวเตอร์และอยู่ในกลุ่มเซกเมนต์ของระบบเครือข่ายเดิม ซึ่งถ้าเป็นการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายโดยใช้เราเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักนั้นก็จะต้องทำการกำหนดและติดตั้ง (Configuration) ให้กับระบบเครือข่ายใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งข้อเท็จจริงในเรื่องนี้ปีหนึ่ง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลง ย้าย หรือเพิ่มของผู้ใช้ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายไปกับการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นจำนวนมากในปีหนึ่ง ๆ ฟังก์ชันวีแลนนั้นสามารถที่จะลดปัญหาและค่าใช้จ่ายนี้ได้เป็นจำนวนมาก คือ ดังที่กล่าวมาแล้วว่าวีแลนสามารถกำหนดเครือข่ายให้มีเซกเมนต์ในลักษณะเครือข่ายเสมือนได้ดังในรูปที่ 5 ดังนั้นเมื่อมีการย้ายหรือเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของจุดผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ ระบบก็จะสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ โดยยังคงสถานะของผู้ใช้คนนั้นอยู่ในกลุ่มเซกเมนต์เครือข่ายเสมือนเดิมได้

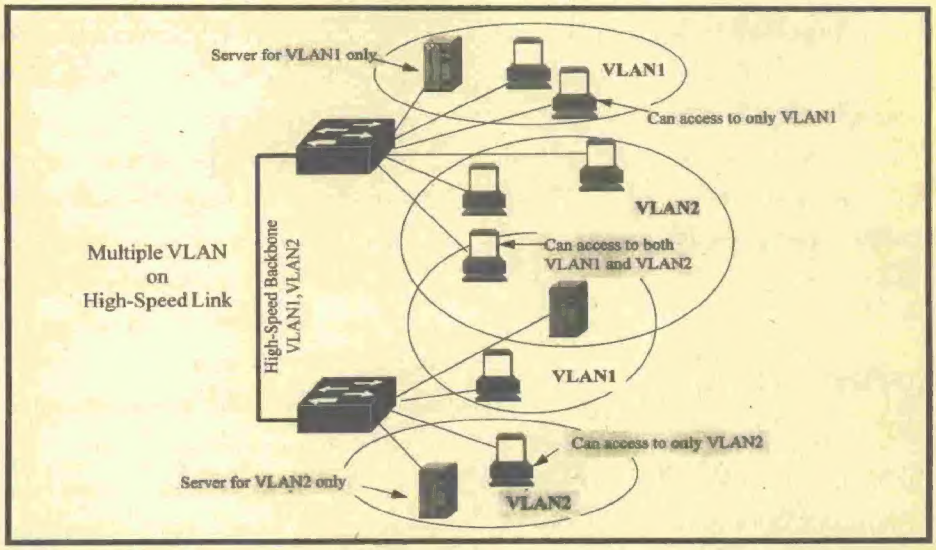
การจัดสรรความหนาแน่นเฟรมข้อมูล (Controlling Broadcast Activity)

เฟรมข้อมูลบรอดแคสต์ (Broadcast Storm) นับว่าเป็นปัญหาหลักของแลนสวิตช์ในช่วงแรกที่มีการใช้งาน ทั้งนี้เพราะแลนสวิตช์มีฟังก์ชันการทำงานเช่นเดียวกับบริดจ์นั่นเอง และที่สำคัญแลนสวิตช์มีจำนวนพอร์ต ที่จะต่อเชื่อมเครือข่ายขนาดใหญ่ได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นระบบเครือข่ายที่เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์จำนวนมาก เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ Netware, ระบบคอมพิวเตอร์ SNA เป็นต้น ก็จะทำให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำลงได้ เพราะแลนสวิตช์จะส่งผ่านเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์ไปยังทุก ๆ เซกเมนต์ (พอร์ต) ของระบบเสมอ (ทั้งนี้เพราะเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์เป็นเฟรมข้อมูลที่มีรูปแบบกำหนดส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางหลายเครื่อง) ซึ่งในบางครั้งบางเซกเมนต์ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องรับเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์นี้แต่อย่างใด และถ้าแลนสวิตช์ส่งผ่านเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์มาให้ก็จะทำให้ระบบมีความหนาแน่นของเฟรมข้อมูลโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งฟังก์ชันวีแลนนั้นจะสามารถใช้แก้ปัญหาของการส่งผ่านเฟรมข้อมูลโดยเฉพาะเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์ได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ ฟังก์ชันวีแลนจะสามารถกำหนดขอบเขตของการส่งผ่านของเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์ใด ๆ (Collision Domain) ไว้ภายในวีแลนหนึ่ง ๆ ได้ ดังในรูปที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยวีแลน 2 กลุ่มหรือ 2 Collision Domain โดยในแต่ละวีแลนนั้นจะมีขอบเขตการสื่อสารของเฟรมข้อมูลบรอดแคสต์ที่แตกต่างกัน การกำหนดขอบเขตของวีแลนในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ แลนสวิตช์เลเยอร์สอง (Layer 2 VLAN Switched) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การทำกลุ่มบริดจ์ (Bridge Grouping) นั่นเอง วิธีนี้จะแบ่งพอร์ตของแลนสวิตช์ที่ต่อเชื่อมกับเซกเมนต์ออกเป็นเขต ๆ ซึ่งในเขตหรือกลุ่มของเซกเมนต์นั้นจะอยู่ใน Collision Domain เดียวกันและจะติดต่อสื่อสารข้ามกลุ่มกันด้วยฟังก์ชันของบริดจ์ และวิธีที่สองคือ แลนสวิตช์เลเยอร์สาม (Layer 3 VLAN Switched) เป็นการแบ่งกลุ่มของวีแลนด้วยฟังก์ชันของเราเตอร์ (ในบางส่วน) ซึ่งจะทำให้ขอบเขตการสื่อสารข้อมูลของแต่ละวีแลนดีขึ้นอันเนื่องจากฟังก์ชันการทำงานของเราเตอร์จะสามารถแยกแยะ

เฟรมข้อมูลได้ดีกว่าบริดจ์นั่นเอง และวิธีนี้คาดว่าจะเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมสูงในอนาคต

การควบคุมและความปลอดภัยของระบบ (Centralized Administration & Security)

เนื่องจากการกำหนดวีแลนในแต่ละเซกเมนต์นั้นผู้บริหารเครือข่ายจะเป็นผู้ดูแลโดยตรงทั้งหมด ดังนั้นถ้ามีผู้ใช้คนใดที่จะเพิ่มลด หรือเปลี่ยนแปลงการใช้งานใด ๆ ก็ตามจะต้องแจ้งให้ผู้บริหารเครือข่ายทราบก่อนเสมอ ทำให้สามารถที่จะควบคุมระบบเครือข่ายได้เป็นอย่างดีตลอดเวลา และนอกจากนั้นโดยทั่วไปแล้วสามารถที่จะกำหนดการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ใด ๆ ที่ต่อเชื่อมกับแลนสวิตช์ให้สามารถใช้งานระบบเครือข่ายในขอบเขตใด ๆ ได้ เช่น สามารถกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่อยู่บนระบบเครือข่ายสามารถใช้งานได้เฉพาะในขอบเขตของวีแลนวงใดวงหนึ่งได้เท่านั้น หรือในทางกลับกันก็สามารถกำหนดให้ใช้งานได้หลายวงวีแลนโดยไม่ต้องอาศัยฟังก์ชันบริดจ์หรือเราเตอร์ใด ๆ เข้ามาช่วย ก็คือการกำหนดให้พอร์ตหนึ่ง ๆ ของแลนสวิตช์สามารถเป็นสมาชิกของวงวีแลนได้หลายวงในขณะเดียวกัน (Multiple VLAN Grouping)



รูปที่ 6 ฟังก์ชันวีแลนกับการควบคุมเขตเฟรมข้อมูล

แลนสวิตช์กับมาตรฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าแลนสวิตช์ได้ถูกพัฒนาครั้งแรกในระบบเครือข่ายอีเธอร์เน็ต ทำให้บางครั้งเรียกแลนสวิตช์ว่า อีเธอร์เน็ตสวิตช์ (Ethernet Switched) แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันแลนสวิตช์ได้มีการพัฒนาให้สามารถใช้งานกับระบบเครือข่ายอื่น ๆ (Token Ring, FDDI, Fast Ethernet, ATM) ได้ ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะยังคงใช้เทคโนโลยีที่คล้ายคลึงกันอยู่ คือ มีฟังก์ชันการทำงานเช่นเดียวกันกับบริดจ์ (Translation Bridge) และก็มีฟังก์ชันวีแลนทั้งในส่วนของเลเยอร์สองและเลเยอร์สาม เป็นต้น เนื่องจากระบบโทเก้นริง เอฟดีดีไอและฟาสต์อีเธอร์เน็ต เป็นระบบมาตรฐานที่ใช้กับระบบเครือข่ายท้องถิ่นเช่นเดียวกับอีเธอร์เน็ต ดังนั้นการทำงานต่าง ๆ ของแลนสวิตช์จึงยังมีความคล้ายคลึงกันอยู่มาก จะแตกต่างก็เพียงในบางส่วนของฟังก์ชันของวีแลนเท่านั้น เช่น ในส่วนของเอฟดีดีไอและฟาสต์อีเธอร์เน็ตส่วนใหญ่จะถูกออกแบบใช้สำหรับเป็นเครือข่ายหลัก (Backbone) ของระบบเครือข่าย ดังนั้นจึงต้องมีโครงสร้างการทำงานวีแลนในลักษณะหลายกลุ่มในเซกเมนต์เดียว (Multiple VLAN Group) ดังรูปที่ 6 ซึ่งในปัจจุบันยังคงมีหลายวิธีที่บริษัทต่าง ๆ คิดค้นขึ้นมามีความแตกต่างกันพอสมควร เช่น บางบริษัทได้มีการนำเอามาตรฐานเก่าของระบบเครือข่ายมาปรับปรุงและเพิ่มฟังก์ชันวีแลนเข้าไป ในปัจจุบันที่เด่น ๆ และกำลังแข่งขันกันอยู่นั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 กลุ่มคือ มาตรฐาน IEEE802.1 และ IEEE802.10 เป็นต้น โดยทั้งสองมาตรฐานนั้นสามารถใช้งานได้กับระบบเอฟดีดีไอและระบบฟาสต์อีเธอร์เน็ต ส่วนในระบบเอทีเอ็มนั้นเนื่องจากว่าเดิมเป็นระบบมาตรฐานทางด้านเครือข่ายระยะไกล (WAN) ที่นำมาพัฒนาใช้กับระบบเครือข่ายท้องถิ่น ดังนั้นฟังก์ชันของวีแลนจึงมีความแตกต่างออกไปมากพอสมควร โดยระบบเอทีเอ็มจะมีฟังก์ชันมาตรฐานที่เรียกว่า เครือข่ายท้องถิ่นจำลอง (LAN Emu- lation) หรือเรียกสั้น ๆ กันว่า แลนอี (LANE) โดยฟังก์ชันแลนอีนี้ก็มีการทำงานที่ค่อนข้างจะละเอียดและปลีกย่อยมากพอสมควร (จะกล่าวรายละเอียดของฟังก์ชันแลนอีในบทความเอทีเอ็ม ซึ่งจะนำมากล่าวถึงเร็ว ๆ นี้) แต่อย่างไรก็ตาม ฟังก์ชันการทำงานของแลนอีโดยรวมแล้วจะมีความคล้ายคลึงฟังก์ชันของวีแลนอยู่มาก

นอกจากมาตรฐานระบบเครือข่ายต่าง ๆ ที่แลนสวิตช์ในปัจจุบันสามารถรองรับการทำงานได้นั้น ในส่วนของระบบโปรแกรมบริหารเครือข่าย (Network Management Software) ก็เป็นจุดสำคัญอีกจุดหนึ่งที่มีการพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถให้กับแลนสวิตช์ ระบบมาตรฐานโปรแกรมบริหารเครือข่ายนี้ แลนสวิตช์ที่ดีควรจะรองรับมาตรฐาน MIB-II (RFC 1213), Bridge MIB (RFC1493) และ RMON เป็นอย่างน้อย เพราะมาตรฐานเหล่านี้เป็น

ฟังก์ชันพื้นฐานหลักของการทำงานในส่วนโปรแกรมบริหารเครือข่ายโดยเฉพาะ นอกจากนั้นแล้วก็มีส่วนของการทำงานร่วมกับฟังก์ชันวีแลน (VLAN Management) ซึ่งในปัจจุบันจะมีความแตกต่างจากกันอันเนื่องจากปัจจุบันฟังก์ชันวีแลนเองยังไม่ได้เป็นมาตรฐานรวมนั่นเอง

แลนสวิตช์ที่ดี

การที่จะเลือกใช้แลนสวิตช์มาต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายนับว่าไม่ใช่สิ่งที่ง่ายนัก เพราะแลนสวิตช์นอกจากจะมีฟังก์ชันและโครงสร้างหลัก ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น สำหรับในกรณีที่จะเลือกซื้อและใช้บริการแลนสวิตช์ยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งนั้น คงจะต้องคำนึงถึงข้อที่ต้องพิจารณากันหลายข้อทีเดียว ซึ่งพอจะแยกแยะได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป (General Information) เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ควรจะพิจารณาดังนี้

1.1 รายละเอียดของบริษัทผู้ผลิต เช่น เป็นประเทศใด และมีความมั่นคงแค่ไหน เป็นต้น

1.2 การสนับสนุนในส่วนการขายและหลังการขายของบริษัทผู้ผลิต

1.3 การสนับสนุนในส่วนการขายและหลังการขายของบริษัทตัวแทนจำหน่ายในประเทศ

1.4 การออกแบบระบบเครือข่ายที่บริษัทผู้จำหน่ายเสนอมา

2. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ (Architecture / Performance)

2.1 ชนิดของโครงสร้างวิธีการทำงานของแลนสวิตช์ที่เหมาะสมสำหรับระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อนั้น ๆ (Cut-Through หรือ Store-and-Forward)

2.2 รูปแบบของการส่งผ่านข้อมูลภายในอุปกรณ์เอง เช่น มีรูปแบบเป็นเฟรม (Frames) หรือเป็นเซลล์ (Cell) เป็นต้น

2.3 ค่าความจุความเร็วของอุปกรณ์ที่รองรับได้ (Bandwidth of Switch Fabric)

2.4 ค่าความเร็วในการส่งผ่านเฟรมข้อมูล (Through put) ระหว่างพอร์ตใด ๆ พร้อมทั้งวิธีการทดสอบ

2.5 จำนวนพอร์ต (เซกเมนต์) สูงสุดที่สามารถส่งผ่านเฟรมข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงสุดตามค่าทฤษฎี (Wire Speed) ของระบบเครือข่าย

2.6 อัตราค่าสูญเสียข้อมูล (Packet Loss Rate) เมื่อมีการส่งผ่านเฟรมข้อมูลข้ามพอร์ตและวิธีการทดสอบ

2.7 โครงสร้างและขนาดของหน่วยความจำ (Buffer) ที่ใช้ในการทำงาน

2.8 ประสิทธิภาพของค่าบีบอัด (Congestion Control) ของอุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

3. ฟังก์ชันต่าง ๆ ของอุปกรณ์

3.1 ชนิดโครงสร้างการต่อเชื่อมอุปกรณ์ เช่น เป็นแลนสวิตช์ในลักษณะ Stand-alone, Stackable หรือเป็นอุปกรณ์ในลักษณะ Modular เป็นต้น

3.2 ราคาอุปกรณ์ในการต่อเชื่อมอุปกรณ์ (Various Configuration) ในรูปแบบลักษณะต่าง ๆ

3.3 จำนวนพอร์ตที่น้อยที่สุดและมากที่สุดที่อุปกรณ์สามารถรองรับได้

3.4 ความสามารถจดจำจำนวนค่าแมคแอดเดรสต่อพอร์ตได้สูงสุด

3.5 ความสามารถทำงานทั้งฟังก์ชัน Half Duplex และ Full Duplex ของระบบเครือข่าย

3.6 ชนิดและจำนวนพอร์ตของการ์ดอินเตอร์เฟสสำหรับระบบเครือข่ายความเร็วสูง (FDDI, Fast Ethernet, ATM) ที่สามารถรองรับได้

3.7 ความสามารถรองรับฟังก์ชันการทำงานแลนอี (LANE) สำหรับระบบเอทีเอ็ม (ATM) ได้

3.8 ฟังก์ชันสำรอง (Fault Tulerant) ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ เช่น การสำรองการทำงานของการ์ดอินเตอร์เฟสต่าง ๆ หรือการถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ (ในกรณีที่อุปกรณ์เป็น Modular) ได้ โดยในขณะที่อุปกรณ์กำลังทำงานอยู่และไม่มีผลกระทบการทำงานนั้นใด ๆ

3.9 ฟังก์ชันการกำหนดเลือกเฟรมข้อมูลที่ส่งผ่าน (Filtering) ระหว่างพอร์ตใด ๆ

3.10 ฟังก์ชันของ Translation Bridging และ Routing ของโปรโตคอลต่าง ๆ ที่สามารถรองรับได้

4. คุณสมบัติด้านโปรแกรมบริหารเครือข่าย

4.1 สามารถกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ได้โดยทั้งวิธีต่อสายสัญญาณโดยตรง (Inband Management) และผ่านทางระบบเครือข่าย (Outband Management) ได้

4.2 ความสามารถรองรับการทำงานตามมาตรฐาน SNMP MIB ต่าง ๆ

4.3 ความสามารถรองรับการทำงานมาตรฐาน RMON ทั้ง 10 กลุ่ม (ปัจจุบันมาตรฐาน RMON มีทั้งหมด 9 กลุ่มฟังก์ชันสำหรับระบบอีเธอร์เน็ต และ 10 กลุ่มฟังก์ชันสำหรับระบบโทเก้นริง)

4.4 การรองรับฟังก์ชันการทำงานของวีแลน (VLAN) ในรายละเอียดต่าง ๆ

4.5 ระบบซอฟต์แวร์เพิ่มเติมสำหรับด้านสวิตชิ่งของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยเฉพาะ

4.6 ราคาของโปรแกรมบริหารเครือข่ายต่าง ๆ ที่เพิ่มเติม

5. อื่น ๆ

5.1 ระบบเครือข่ายอ้างอิงที่ใช้อุปกรณ์และระบบนี้แล้ว

5.2 ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุปกรณ์ในแต่ละยี่ห้อต่าง ๆ

5.3 คุณสมบัติเด่นที่จะช่วยลดงานและค่าใช้จ่ายของหน่วยงานคอมพิวเตอร์

5.4 แผนการพัฒนาของอุปกรณ์และบริษัทที่นำเสนอ